

Abstract (Basic): JP 9064458 A

The semiconductor laser has a photonic crystal (1) which includes a high refraction medium (1a) and a low refraction medium (1b). An active part (2) which consists of a semiconductor for optical amplification is provided in the crystal.

A phase shift part (3) which performs coupling of light emission energy only during a predetermined optical mode is provided in the photonic crystal.

ADVANTAGE - Reduces loss of impregnation energy. Enables to obtain high optical output by low power consumption.

Dwg.1/7

Title Terms: SEMICONDUCTOR; LASER; LIGHT; SOURCE; OPTICAL; IC; PHASE; SHIFT  
; PART; PHOTON; CRYSTAL; PERFORMANCE; COUPLE; LIGHT; EMIT; ENERGY;  
PREDETERMINED; OPTICAL; MODE

Derwent Class: U12; U13; V08

International Patent Class (Main): H01S-003/18

File Segment: EPI

Manual Codes (EPI/S-X): U12-A01B1; U13-D04A; V08-A01; V08-A01A; V08-A04A

AP4

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-64458

(43) 公開日 平成9年(1997)3月7日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

H01S 3/18

識別記号

庁内整理番号

F I

H01S 3/18

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全4頁)

(21) 出願番号 特願平7-217276

(22) 出願日 平成7年(1995)8月25日

(71) 出願人 000006792

理化学研究所

埼玉県和光市広沢2番1号

(72) 発明者 平山 秀樹

埼玉県和光市広沢2番1号 理化学研究所  
内

(72) 発明者 浜野 哲子

埼玉県和光市白子1-19-18-207

(72) 発明者 青柳 克信

埼玉県和光市広沢2番1号 理化学研究所  
内

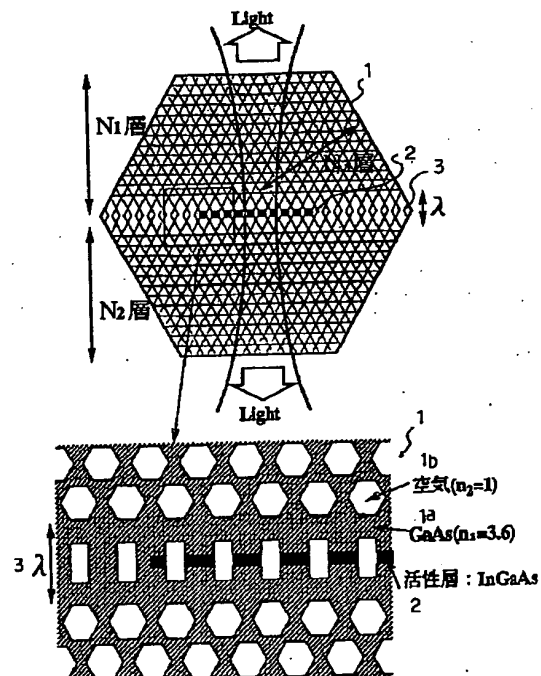
(74) 代理人 弁理士 須山 佐一

(54) 【発明の名称】 半導体レーザ

(57) 【要約】

【課題】 従来に比べて、注入エネルギーのロスを低減することができ、少ない電力で高い光出力を得ることのできる半導体レーザを提供する。

【解決手段】 光の波長オーダーの屈折率周期構造を有するホトニック結晶1内には、半導体からなり光の増幅作用を有する活性部2と、所定方向の光学モードにのみ発光エネルギーをカップリングさせる位相シフト部3が配設されている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光の波長オーダーの屈折率周期構造を有するホトニック結晶内に、半導体からなり光の増幅作用を有する活性部と、所定方向の光学モードにのみ発光エネルギーをカップリングさせる位相シフト部とを配設したことを特徴とする半導体レーザ。

【請求項2】 請求項1記載の半導体レーザにおいて、前記ホトニック結晶は、高屈折率媒質と低屈折率媒質が、3次元的に規則正しく配列された繰り返し構造を有することを特徴とする半導体レーザ。

【請求項3】 請求項1～2記載の半導体レーザにおいて、前記位相シフト部は、前記ホトニック結晶の略中央部に、平面状に配設されていることを特徴とする半導体レーザ。

【請求項4】 請求項1～3記載の半導体レーザにおいて、前記活性部は、前記位相シフト部の略中央に配設されていることを特徴とする半導体レーザ。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光集積回路等の各種装置の光源として利用可能な半導体レーザに関する。

【0002】

【従来の技術】従来から、GaAs等の半導体を用いた半導体レーザの開発が盛んに行われている。この半導体レーザは、スペクトルの純粋さと高効率および変調が簡単にできて取り扱いやすい等の特徴を有し、光集積回路やその他の光源として利用可能である。

【0003】このような、従来の半導体レーザでは、縦軸を光出力、横軸を注入電流とした図6に示すように、注入電流がある閾値を越えると、図7に示すように所定方向に向けてレーザ光が射出され、閾値以下では、図7に示すように、不特定な方向に自然放出光が放射される。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上述したように、従来の半導体レーザでは、自然放出光によって、エネルギーのロスが生じ、また、所定方向の光出力を得るためには、閾値以上の注入電流を必要とするため、例えば、大規模な光集積回路等において多数の光源を必要とする場合等は、動作のための電力が増大するという問題があった。

【0005】本発明は、かかる従来の事情に対処してなされたもので、従来に比べて、注入エネルギーのロスを低減することができ、少ない電力で高い光出力を得ることのできる半導体レーザを提供しようとするものである。

【0006】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明は、

光の波長オーダーの屈折率周期構造を有するホトニック結晶内に、半導体からなり光の増幅作用を有する活性部と、所定方向の光学モードにのみ発光エネルギーをカップリングさせる位相シフト部とを配設したことを特徴とする。

【0007】請求項2記載の発明は、請求項1記載の半導体レーザにおいて、前記ホトニック結晶が、高屈折率媒質と低屈折率媒質が、3次元的に規則正しく配列された繰り返し構造を有することを特徴とする。

【0008】請求項3記載の発明は、請求項1～2記載の半導体レーザにおいて、前記位相シフト部が、前記ホトニック結晶の略中央部に、平面状に配設されていることを特徴とする。

【0009】請求項4記載の発明は、請求項1～3記載の半導体レーザにおいて、前記活性部が、前記位相シフト部の略中央に配設されていることを特徴とする。上記構成の本願発明の半導体レーザでは、全方向に光が反射して外部に放出されない構造であるホトニック結晶の中に、活性部と位相シフト部を設けることにより、活性部からの自然放出光も、レーザ光と同様に、位相シフト部によって特定される所定の方向に放射させることができる。これによって、注入エネルギーのロスを低減することができるとともに、実質的に閾値を低くすることができ、少ない電力で高い光出力を得ることができる。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0011】図1は、本発明に係る半導体レーザの一つの実施の形態を示すもので、上部には全体の断面構造を示し、下部にはその一部の断面構造を拡大して示してある。同図において1は、光の波長オーダーの屈折率周期構造を有するホトニック結晶であり、このホトニック結晶1内には、半導体からなり光の増幅作用を有する活性部2と、所定方向の光学モードにのみ発光エネルギーをカップリングさせる位相シフト部3が配設されている。

【0012】ホトニック結晶1は、例えば、GaAs ( $n_1 = 3.6$ )等の高屈折率媒質1aと、例えば、空気 ( $n_2 = 1$ )またはガラス等の低屈折率媒質1bからなり、これらを3次元的に、光の波長オーダー（例えば、 $1/2$ 波長）の一定の周期構造を有するようN層配列して構成されている。

【0013】また、図1に示す例において、位相シフト部3は、ホトニック結晶1の略中央部に一平面状に形成されており、共振器を構成するようにその光学的な幅が光の波長と略同一となるよう設定されている。そして、この位相シフト部3の略中央に平面状に活性部2が配設されている。この活性部2は、例えばInGaAs等の半導体から構成されている。

【0014】なお、図2に、ダイヤモンド結晶構造のホトニック結晶のバンドギャップと規格化周波数との関係

を示す。同図に示すように、ホトニック結晶においては、特定の周波数の光が全く外部に放出されない構造となっている。

【0015】また、図3に、上記構成の半導体レーザを簡略化し、高屈折媒質(GaAs)中に、低屈折媒質(空気またはガラス)のロッドを、配設した三角周期構造の2次元結晶の間に入共振器を配設し、その中央に発光波長1.0 $\mu$ mの発光層を配設した構造について解析した結果のモード密度の模式図(TEモード)を示す。なお、同図に斜線で示す領域は、外部に光がカップリングする度合いを示すモード密度が高い領域を示し、ホトニックバンドギャップとして示された斜線のない領域はモード密度が低い領域すなわち外部に光が放出されない領域を示している。そして、共振器として作用する位相シフト部が設けられていることにより、ホトニックバンドギャップの中に発振モードが強く現れる。

【0016】したがって、活性部2の発光周波数を選択することによって、縦軸を光出力、横軸を注入電流とした図4に示すように、注入電流が極少ない領域においても、図5に示すように、本発明の半導体レーザ(ホトニック結晶構造レーザ)では、レーザ光と同様に所定方向に自然放出光を放射させることができる。

【0017】これによって、自然放出光として放出されてしまう注入エネルギーのロスを低減することができるとともに、実質的に閾値を低くすることができ、少ない電力で高い光出力を得ることができる。

【0018】なお、上述した例では、位相シフト部3を、ホトニック結晶1の略中央部に一平面状に配設した場合について説明したが、位相シフト部3の位置、形状、数は、この例に限定されるものではなく、偏心させ

て配設したり、曲面的な形状としたり、複数設けるなどの変形が可能である。

【0019】また、ホトニック結晶1の材質、構造等についても種々の変形が可能であり、同様に、活性部2の材質、構造等についても種々の変形が可能である。

【0020】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の半導体レーザによれば、従来に比べて、注入エネルギーのロスを低減することができ、少ない電力で高い光出力を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態を説明するための図。

【図2】ホトニック結晶のバンドギャップと規格化周波数との関係を示す図。

【図3】本発明の実施の形態におけるモード密度を模式的に示す図。

【図4】本発明の実施の形態における光出力と注入電流との関係を示す図。

【図5】本発明の実施の形態における光出力の状態を説明するための図。

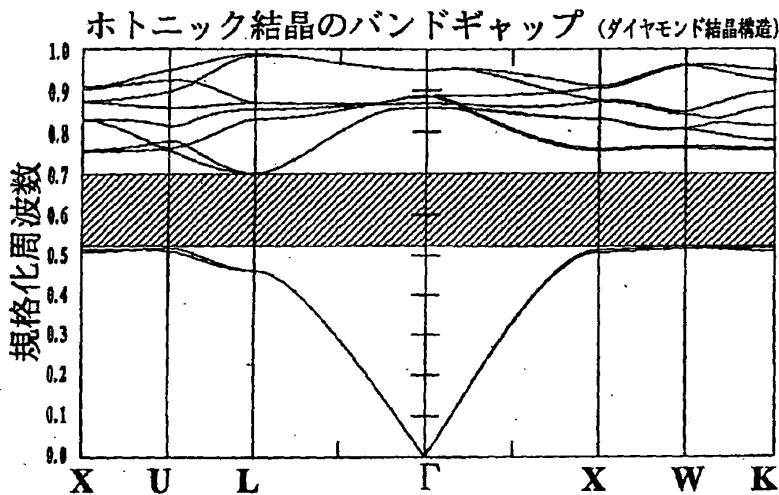
【図6】従来技術における光出力と注入電流との関係を示す図。

【図7】従来技術における光出力の状態を説明するための図。

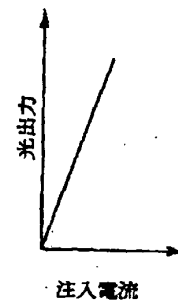
【符号の説明】

- 1……………ホトニック結晶
- 1a……………高屈折媒質
- 1b……………低屈折媒質
- 2……………活性部
- 3……………位相シフト部

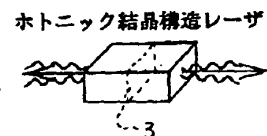
【図2】



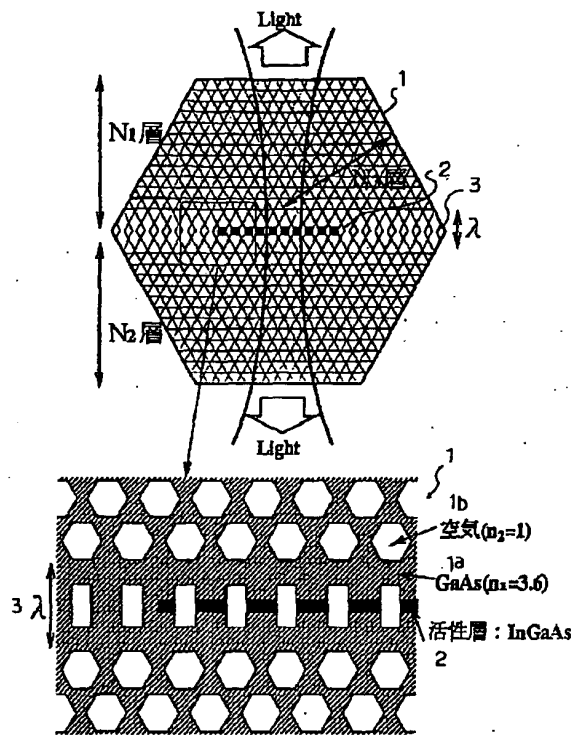
【図4】



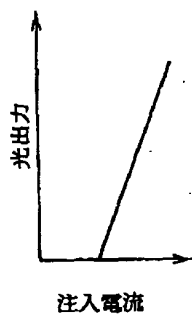
【図5】



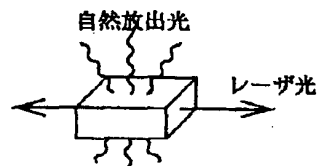
【図1】



【図6】



【図7】



【図3】

